

南極プリンスオラフ沿岸に分布する湖沼水の水質について

平林 順一*・小坂 丈予*

On the Chemical Compositions and Origin of the Lake Waters in the Prince Olav Coast, Antarctica

Jun-ichi HIRABAYASHI* and Joyo OSSAKA*

Abstract: Geochemical researches were carried out for the period from December 1972 to February 1974 on the lake waters in the following seven areas along the Prince Olav Coast; Sinnan Rocks, Cape Hinode, East Ongul Island, West Ongul Island, Langhovde, Skarvsnes and Skallen. 93 lake water samples were collected and their major components were analyzed. The following results were obtained with respect to chemical compositions of these lake waters and the origin of their salts:

1) These lakes along the Prince Olav Coast were classified into the following three types according to their topographical origin; lakes created by collapse down of extant glaciers, lakes created by the direct invasion of sea waters in the past, and lakes of meteoric waters in depressed ground.

2) Total concentration of salts in these lake waters ranges from 6.7 mg/l to 3.26×10^5 mg/l. Many high salinity lakes where the total concentration of salts exceeds 1×10^4 mg/l were found in Langhovde and Skarvsnes, whereas, in the other areas few lakes contained more than 1×10^3 mg/l salts.

3) The salts dissolved in these lake waters originate from sea water. The deviations of the chemical composition of the lake waters from that of sea water are ascribed to wind-blown sea spray which affected the chemical composition.

要旨: 1972年12月から1974年2月にかけて、プリンスオラフ沿岸に点在する7つの露岩地域(新南岩, 日の出岬, 東オングル島, 西オングル島, ラングホブデ, スカルブスネス, スカーレン)に存在する多数の湖沼を中心とした地球化学的調査を行った。93の湖沼について、湖沼水を採取し、主成分の化学分析を行い、それらの成分傾向と、起源について若干の検討を行った。その結果は次の通りである。

1) プリンスオラフ沿岸の湖沼は、地形的に現在も氷河が落ち込んでいるもの、海水が直接取り込まれて出来たもの、窪地に融雪水などがたまって出来た湖沼などに分けられる。

2) これら湖沼水の総塩分量は 6.7 mg/l - 3.26×10^5 mg/l の広範囲にわたっており、特に、ラングホブデ、スカルブスネスには 1×10^4 mg/l 以上の塩湖が多く存在している。その他の地域では 1×10^3 mg/l をこえる湖沼はほとんど認められない。

* 東京工業大学工学部地質鉱物学研究室. Laboratory of Geology and Mineralogy, Tokyo Institute Technology, 12-1, Ookayama 2-chome, Meguro-ku, Tokyo 152.

3) この地域の湖沼水の成分供給源は、海水そのものと、これに加えて風送塩によるものとして考察した。

1. ま え が き

南極大陸の沿岸にはオアシスと呼ばれる露岩地帯が点在し、そこには種々の水質の湖沼が見られる。昭和基地のあるプリンスオラフ沿岸の露岩地帯にも、数多くの湖沼が存在している。これら湖沼についてはこれまでも、一般的な水質については、菅原・鳥居(1959)、綿拔(1963)、YAMAGATA *et al.* (1967) らによるオングル島の湖沼の報告があり、また、特に塩湖については、吉田(1970)、杉村(1971)によって報告がなされている。最近では第13次隊の村山(1974)が、これら地域の湖沼の水質を調査しており、また、これら湖沼水中の重金属成分については、第15次隊の佐野(1975)によって調査が行われた。筆者は、第14次越冬隊地球化学部門の研究の一環として、プリンスオラフ沿岸の各露岩地域に点在する湖沼の水質ならびに環境を調査し、これら湖沼水中の化学成分の由来について論ずる目的で、1972年12月より1974年2月までの間、同沿岸の新南岩、日の出岬、東オングル島、西オングル島、ラングホブデ、スカルプスネス、スカーレンなどの各露岩地域に存在する計93の湖沼の現地調査を行った。これらの調査の際に採取した水質試料について、その主成分の化学分析を行い、その結果からこれら地域の湖沼の水質の傾向と起源について、若干の検討と考察を試みた。

2. 現地調査と試料採取地点

図1に示したように、プリンスオラフ沿岸に見られる露岩地帯のうち、新南岩、日の出岬、東オングル島、西オングル島、ラングホブデ、スカルプスネス、スカーレンの各地域で、主に氷の融けている夏期に、各湖沼の現地調査を行い、表面水の試料を採取した。なお、調査日程の都合で、夏期に調査することができなかったラングホブデ、スカルプスネスの一部の湖沼については、春および秋に調査を行って補った。これら試料の採取地点は、各地域ごとに図2-図8に示した。なお、これら試料のうち、日の出岬 H-3、東オングル島 EO-7、スカルプスネス SV-1 の3試料は融雪流水である。

これら調査を行った各露岩地域には、地形的に見て明らかに海水が取り込まれたぬるめ池、舟底池、すりばち池などや、現在も氷河が湖の中に落ち込んでいる SV-16、あるいは、窪地に雪融け水のたまったものなど、種々の成因でできたと思われる湖沼が存在している。

日の出岬，東オングル島，西オングル島では，若干の調査時期の違いはあるが雪が多く残っており，そのため一部，あるいは大部分が雪におおわれている湖沼が多く，また，スカーレンにおいては，氷厚 5-10 cm 程度ではあるが，完全に結氷しているものもいくつか見られた。さらに，塩湖については舟底池，ぬるめ池，ざくろ池におけるゴムボートでの各層調査の結果(詳細は別報)から，表層水と下層水では水温，成分濃度などかなりの違いが認められたが，本報告では表面水のみを対象とした。

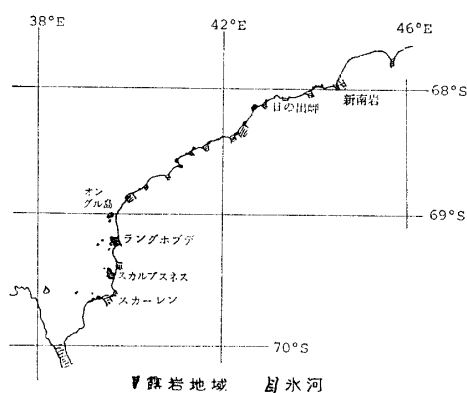


図 1 プリンスオラフ沿岸における露岩地域と調査地点 (吉田, 1970). 地名は調査地域
Fig. 1. Outcrops and survey areas in the Prince Olav Coast.

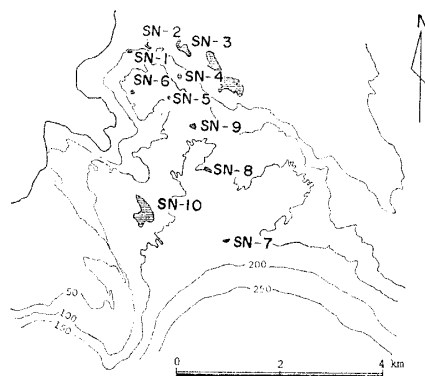


図 2 新南岩における湖沼水採取地点 (SN-1~10)
Fig. 2. Sampling points at Shinnan Rocks (SN-1~10).

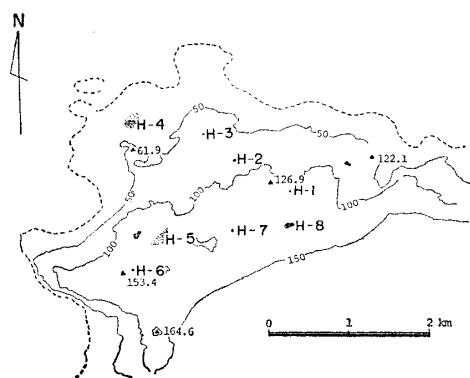


図 3 日の出岬における湖沼水採取地点 (H-1~8)
Fig. 3. Sampling points at Cape Hinode (H-1~8).

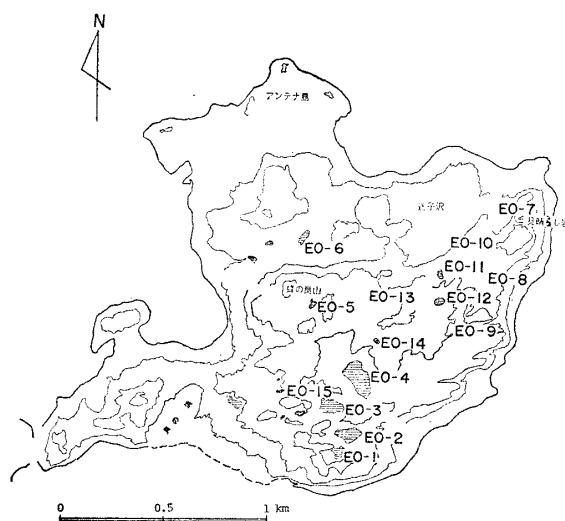


図 4 東オングル島における湖沼水採取地点 (EO-1~15)
Fig. 4. Sampling points at East Ongul Island (EO-1~15).

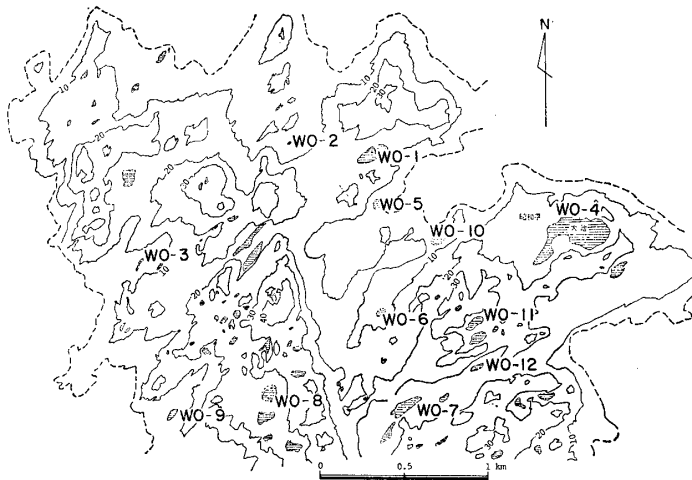


図 5 西オングル島における湖沼水採取地点 (WO-1~12)
Fig. 5. Sampling points at West Ongul Island (WO-1~12).

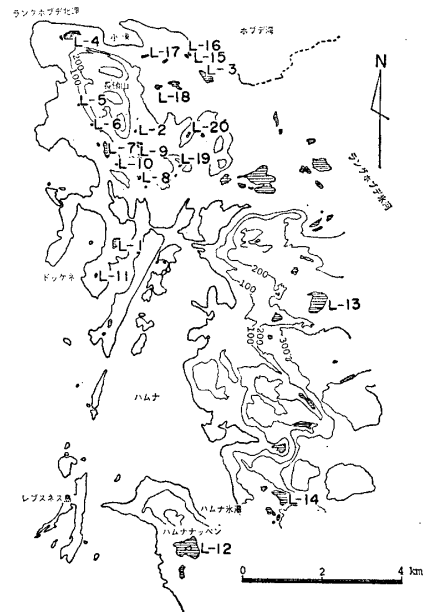


図 6 ラングホブデにおける湖沼水採取地点 (L-1~20)
Fig. 6. Sampling points at Langhovde (L-1~20).



図 7 スカルプスネスにおける湖沼水採取地点 (SV-1~16)
Fig. 7. Sampling points at Skarvsnes (SV-1~16).



図 8 スカーレンにおける湖沼水採取地点 (SL-1~12)
Fig. 8. Sampling points at Skallen (SL-1~12).

春に調査を行った東雪鳥池, 東ハムナ池, 西ハムナ池では, 2 m 近く結氷しており, これらの湖沼においては氷に穴を開け, 露出した水面の水を採取した. なお, スカルプスネス SV-16 の氷厚は 2.7 m であり, 3月に調査を行った東オングル島 EO-6 は, 0.3 m の氷厚であった.

3. 測定ならびに分析方法

試料の採取にあたって、現地において水温、気温の測定を行った。また、採取後なるべく早く昭和基地で pH を測定した。採取した試料については、昭和基地および帰国後、以下に示す方法で化学分析を行い、各成分の含有量を求めた。

Na, K	炎光光度法
Ca, Mg	EDTA 滴定法あるいは重量法
Cl	ロダン水銀比色法あるいはモール法
SO ₄	硫酸バリウム比色法あるいは重量法

なお、分析は湖沼水の成分濃度の違いによって、上記分析法を使いわけて行った。

4. 各湖沼の成分と特徴

各湖沼の化学分析の結果を表 1 に示す。これによれば、pH 値はほとんど 7-9 の範囲に入っているが、東オングル島の EO-5, EO-10 では、それぞれ 4.7, 4.5 と小さな値を示している。また、総塩分量は $6.7 \text{ mg/l} - 3.26 \times 10^5 \text{ mg/l}$ の値を示し、これを各成分別に見ると、Na は $1.9 \text{ mg/l} - 6.54 \times 10^4 \text{ mg/l}$, K は $0.19 \text{ mg/l} - 1.05 \times 10^4 \text{ mg/l}$, Ca は $0.2 \text{ mg/l} - 1.55 \times 10^3 \text{ mg/l}$, Mg は $0.3 \text{ mg/l} - 4.76 \times 10^4 \text{ mg/l}$, Cl は $2.5 \text{ mg/l} - 2.09 \times 10^5 \text{ mg/l}$, SO₄ は $0.7 \text{ mg/l} - 1.47 \times 10^4 \text{ mg/l}$ と非常に広範囲にわたっている。しかし、これらの成分濃度は、各地域によって特徴があり、新南岩、日の出岬、東オングル島、西オングル島、スカーレンにおいては、総塩分量で $1 \times 10^3 \text{ mg/l}$ をこえるものはほとんどなく、わずかに東オングル島 EO-

表 1 プリンスオラフ沿岸に分布する湖沼水の化学成分

Table 1. Chemical contents of lake waters in the Prince Olav Coast.

(成分単位は mg/l)

Sample	W.T.	pH	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	Total
SN- 1 1974-2-11			289	55.1	30.5	29.1	504	61.7	969.4
SN- 2			7.7	1.78	2.2	1.2	15.9	0.8	29.6
SN- 3			13.2	2.83	3.9	2.0	24.5	7.2	53.6
SN- 4			189	34.7	24.5	19.5	325	57.0	649.7
SN- 5			67.5	10.6	5.3	6.6	123	12.5	225.5
SN- 6			25.8	6.60	7.7	2.9	46.8	5.0	94.2
SN- 7 1974-2-12			1.9	0.20	0.2	0.3	4.8	3.4	10.8
SN- 8			53.7	6.27	13.5	6.1	93.0	12.5	185.1
SN- 9			92.3	19.9	19.6	13.0	204	8.5	357.3
SN-10 1974-2-13			5.4	0.81	1.8	0.6	8.2	3.8	20.6

Sample	W.T.	pH	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	Total
H- 1 1972-12-31	11.0	7.6	130	7.60	23.2	17.7	255	32.9	466.4
H- 2 1973-1-1	1.5	7.6	47.1	2.56	4.5	4.7	70.3	9.7	138.9
H- 3	3.1	7.3	45.9	2.31	2.1	5.8	82.2	7.5	145.8
H- 4	12.1	7.8	84.1	3.97	11.1	13.9	172	17.0	302.1
H- 5 1973-1-2	4.3	7.4	5.6	1.21	2.2	0.9	9.4	3.2	22.5
H- 6	5.2	7.3	6.0	0.97	3.7	0.9	10.7	0.7	22.8
H- 7	6.9	7.3	5.3	1.17	2.3	0.9	8.1	1.0	18.8
H- 8	9.4	7.7	8.5	1.11	3.3	1.4	14.8	2.0	31.1

EO- 1 1973-2-15	5.0	7.9	267	12.4	22.2	32.4	471	54.5	859.5
EO- 2	4.5	7.6	75.8	2.82	7.6	9.6	127	19.2	242.0
EO- 3	4.5	7.8	55.3	2.28	6.4	8.9	106	9.5	188.4
EO- 4	1.7	6.9	54.5	1.97	6.5	9.1	100	17.8	189.9
EO- 5	4.3	4.7	124	5.64	16.1	19.4	196	92.5	453.6
EO- 6 1973-3-3	0.0	7.0	62.9	2.56	11.6	12.5	114	42.8	246.4
EO- 7 1973-12-26	6.5	7.2	90.8	1.40	6.2	8.6	137	43.8	287.8
EO- 8	18.9	7.8	148	7.05	4.4	5.7	203	53.1	421.3
EO- 9	10.6	7.2	208	6.40	9.6	15.6	246	62.7	548.3
EO-10 1973-12-29	12.0	4.5	144	8.60	43.1	43.2	291	160	689.9
EO-11	12.6	7.4	353	13.9	33.0	49.0	633	103	1184.9
EO-12	9.5	7.0	73.8	2.99	4.0	6.6	118	28.1	233.5
EO-13 1974-1-1	18.2	6.5	67.3	3.29	2.4	4.5	89.9	40.1	207.5
EO-14	19.0	7.2	94.8	4.35	18.6	8.1	125	81.8	220.1
EO-15	8.5	7.4	55.6	2.13	6.7	8.2	91.6	20.1	184.3

WO- 1 1973-2-16	3.2	7.2	35.3	1.55	4.0	5.8	66.5	10.0	123.2
WO- 2	0.3	8.8	4680	18.1	33.9	52.2	595	9540	14919.2*1
WO- 3	4.2	6.9	22.0	0.98	2.1	3.3	40.0	9.0	77.4
WO- 4	4.0	7.3	36.0	1.41	3.9	5.0	62.2	12.7	121.2
WO- 5 1974-1-17	1.2	6.2	26.0	1.03	1.7	3.4	49.9	7.0	89.0
WO- 6	12.5	6.5	25.1	1.34	2.1	3.0	45.7	8.9	86.1
WO- 7	0.7	6.8	34.5	1.52	3.0	5.0	65.2	18.4	127.6
WO- 8	7.1	6.4	42.4	1.72	3.2	6.2	82.9	8.0	144.2
WO- 9	7.7	6.9	83.9	3.76	4.6	10.1	160	25.0	287.4
WO-10 1974-1-18	2.2	7.7	14.0	0.61	1.5	1.6	25.0	4.0	46.6
WO-11	18.0	8.2	529	22.1	39.6	73.1	999	130	1792.8
WO-12	16.3	7.4	69.2	2.86	10.1	14.0	149	26.8	272.0

Sample		W.T.	pH	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	Total
L- 1	1973-2-7	4.6	8.3	5540	217	295	743	9820	1414	18029*2
L- 2	1973-2-8	3.6	8.1	1520	53.8	150	247	2870	336	5176.8
L- 3		7.2	6.7	44100	10500	172	47570	209000	14710	326052*3
L- 4		9.1	7.7	65400	2640	1550	9320	123000	5601	207511*4
L- 5		7.0	8.0	5620	214	404	970	10600	1531	19339*5
L- 6		3.2	7.4	1390	66.0	104	248	2650	328	4786
L- 7		3.3	8.0	1860	81.2	233	327	3450	518	6532.2
L- 8	1973-2-9	4.2	8.1	298	8.6	72.8	56.8	620	105	1161.2
L- 9		3.4	8.2	390	12.2	55.5	65.8	753	103	1379.5
L-10		4.2	7.8	1450	55.3	320	262	2710	866	5663.3
L-11		3.3	8.3	18600	711	987	2400	32500	6566	61764*6
L-12	1973-10-6	0.3	7.3	8.9	0.62	1.9	1.3	17.7	5.8	47.9
L-13	1973-10-8	0.2	7.9	39.1	2.71	17.4	9.2	55.8	9.2	126.2
L-14		0.3	6.6	10.4	0.81	2.4	2.1	22.7	2.0	40.4
L-15	1974-1-24	71.7	8.2	12100	252	671	1370	21300	3547	39242*7
L-16		11.2	8.0	762	30.5	70.7	73.0	1070	396	2402.2
L-17		14.0	8.0	1740	59.9	263	246	3010	984	6302.9
L-18		14.0	8.2	5530	173	293	588	8480	1180	16244*8
L-19	1974-1-29	11.0		3310	133	289	705	6500	1180	12117*9
L-20		10.2		953	45.7	259	143	1550	868	3634.7

SV- 1	1973-2-2	5.7	8.9	36.1	2.30	15.3	16.5	69.7	32.5	172.4
SV- 2		6.8	8.5	125	6.10	24.7	23.3	226	32.2	437.3
SV- 3		7.7	8.3	341	15.0	22.9	69.6	625	11.2	1084.7
SV- 4		6.6	8.2	251	14.2	23.4	56.3	478	11.0	833.9
SV- 5		5.1	8.4	210	9.2	22.9	48.4	372	30.2	692.7
SV- 6	1973-2-4	3.8	8.1	16100	674	408	2500	33900	1056	54638*10
SV- 7		6.2	8.7	3830	167	34.3	578	7320	116	12095.3*11
SV- 8		5.7	7.9	814	34.5	64.7	156	1741	184	2997.4
SV- 9		5.5	8.4	596	31.0	47.4	157	932	274	2028.6
SV-10		5.5	8.4	1930	84.8	49.7	663	3860	850	6840.8
SV-11		5.5	8.8	190	10.0	11.6	50.6	323	47.6	632.8
SV-12		5.0	8.4	190	8.10	21.4	54.1	373	39.6	686.2
SV-13		4.1	8.5	84.4	4.70	17.8	19.7	140	5.0	271.6
SV-14		4.3	9.1	14.6	1.11	7.3	4.2	71.2	3.7	102.1
SV-15	1973-2-6	6.3	7.7	62700	2550	2300	9370	122000	2994	201914*12
SV-16	1973-10-1	0.2	6.8	2.0	0.19	0.3	0.4	2.5	1.3	6.7

* 1~12 20°Cにおける比重

1. 1.011	4. 1.144	7. 1.030	10. 1.041
2. 1.014	5. 1.041	8. 1.010	11. 1.008
3. 1.229	6. 1.046	9. 1.008	12. 1.137

Sample	W.T.	pH	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	Total
SL- 1 1973- 2 -12	1.0	8.9	2.6	0.18	2.7	0.7	4.8	3.2	14.2
SL- 2	5.5	7.8	16.4	0.64	4.3	2.8	32.1	4.0	60.2
SL- 3	1.1	7.3	11.9	0.47	2.0	1.5	21.9	1.0	38.8
SL- 4	4.6	8.4	14.6	0.62	2.8	2.7	28.7	1.2	50.1
SL- 5	4.0	8.6	22.0	1.02	5.1	3.8	41.6	1.9	75.4
SL- 6	5.9	8.9	14.7	0.81	6.3	3.6	30.6	6.9	62.9
SL- 7	1.5	8.8	26.5	1.84	8.9	5.2	46.1	7.5	96.0
SL- 8 1973- 2 -13	2.1	7.7	9.8	0.51	2.5	2.7	19.6	0.9	36.0
SL- 9	1.4	9.0	7.2	0.62	4.8	2.9	12.6	6.3	34.4
SL-10	0.8	9.1	6.9	0.41	8.5	2.7	13.7	7.2	39.4
SL-11	1.3	8.7	8.6	0.29	12.9	3.5	17.6	11.5	54.4
SL-12	2.4	8.8	9.2	0.62	14.7	4.2	20.4	17.8	66.9

11, 西オングル島 WO-2, WO-11 の湖沼のみがこの値をこえている。スカーレンにおいては、特にその濃度がうすくいずれもその値が $1 \times 10^2 \text{ mg/l}$ をこえるものはない。また日の出岬のように海側の H-1~H-4 では、 $1.39 \times 10^2 - 4.66 \times 10^2 \text{ mg/l}$ であるのにくらべ、大陸側の H-5~H-8 では、 $1.88 \times 10 - 3.11 \times 10 \text{ mg/l}$ と同一地域内においても湖沼の存在位置によって、濃度が著しく異なっている。これら比較的塩分濃度の小さいものにくらべ、ラングホブデヤスカルブスネスにおいては、高塩分濃度の湖沼が多く、特に、ラングホブデの中の谷より北西側の地域（北ラングホブデ）では、いずれも総塩分量が、 $1 \times 10^3 \text{ mg/l}$ 以上の値で、最高はいちじく池の $3.26 \times 10^3 \text{ mg/l}$ であり、スカルブスネスの舟底池も $2.02 \times 10^3 \text{ mg/l}$ と大きな値を示している。ただし、ラングホブデにおいて、中の谷より南側地域の湖沼は、いずれも塩分濃度が低く $1 \times 10^3 \text{ mg/l}$ 以下である。また、現在も氷河が湖に流入しているスカルブスネス SV-16 は、今回調査の全湖沼中で総塩分量がもっとも少なく、わずかに 6.7 mg/l であった。

5. 結果の検討とその考察

先に示した湖沼水の化学分析の結果から、各成分濃度と総塩分量との関係について検討した。まず、図 9 に塩素と総塩分量との関係について示した。これによれば、わずかひとつの例外を除いて他の湖沼は、スカルブスネス SV-16 といちじく池を結ぶ一直線上にあり、その間の値は段階的に区切られるものではなく、ほとんど連続して存在している。また、特に各露岩によるちがいは見られず、これら各地域の湖沼水の成分には、共通した供給源がある

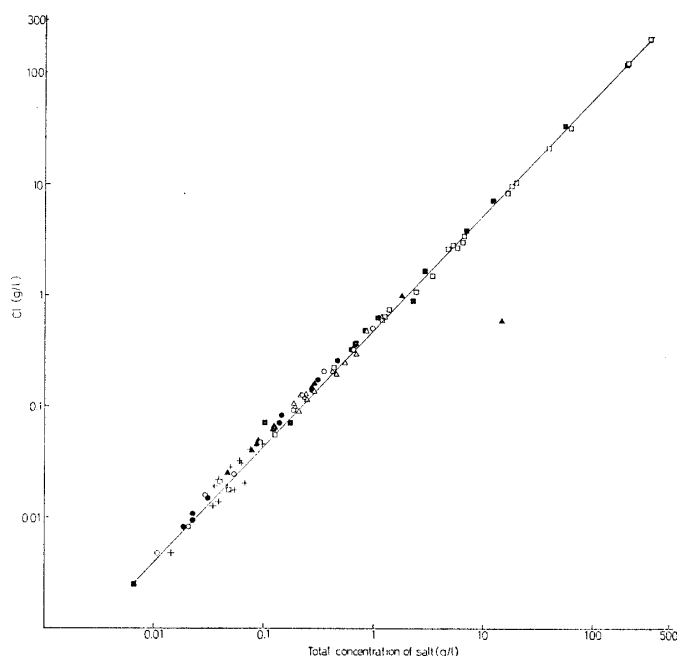


図 9 湖沼水の Cl と総塩分量との関係

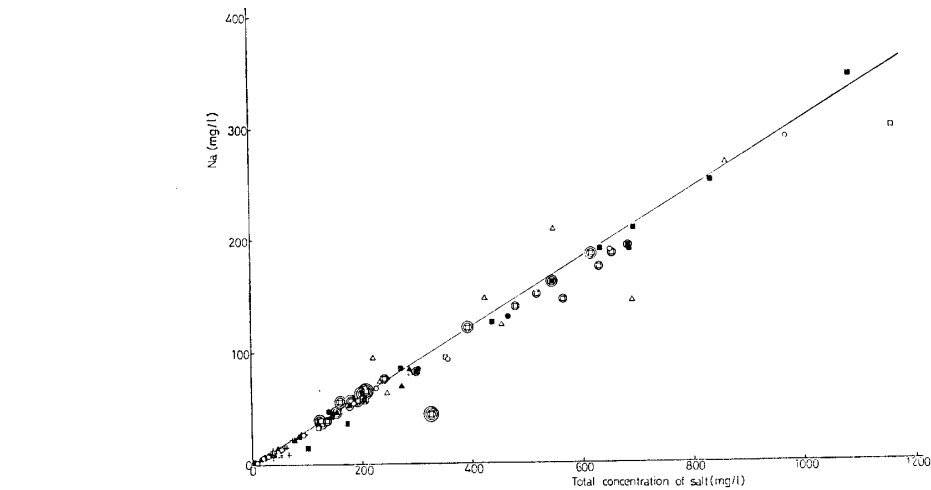
○は新南岩, ●は日の出岬, △は東オングル島, ▲は西オングル島,
□はラングホブデ, ■はスカルプスネス, + はスカーレン

Fig. 9. Plots of Cl content vs total concentration of salts in lake waters.

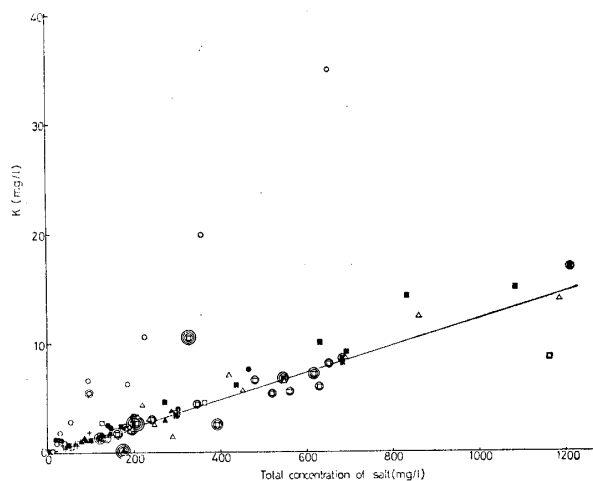
○ Shinnan Rocks, ● Cape Hinode, △ East Ongul Island,
▲ West Ongul Island, □ Langhovde, ■ Skarvsnes, + Skallen.

と思われる。そこで次に他の成分について、相互関係を見るため、Na-総塩分量、K-総塩分量、Mg-総塩分量について、それぞれ図 10 (a), (b), (c) に示した。ただし、成分濃度の範囲が広いため、同一目盛内にすべての試料を記入することが出来ず、目盛からはずれるものは、その値をそれぞれ、1/10, 1/100, 1/1000 にしてプロットした。図 10 (a) によれば、ほとんどの湖沼は図中の海水の成分割合を示した直線上にプロットされ、図 10 (b) の K-総塩分量も同様に、海水割合と一致するものも多いが、新南岩の試料のほとんどは、これと異なった割合の直線上に乗っている。さらに、図 10 (c) の Mg-総塩分量の場合も、一部は Na-総塩分量と類似の傾向を示しているが、これにくらべかなりのばらつきを示している。このばらつきは地域ごとの特徴を示しているものと思われる。また、Mg-Ca の関係を図 11 に示したが、これによれば、両者の間には特に相関は見られなかった。しかし、ラングホブデ、スカルプスネスの一部の湖沼を除いては、海水の割合よりは著しく Ca に富んだものが多いことが判明した。

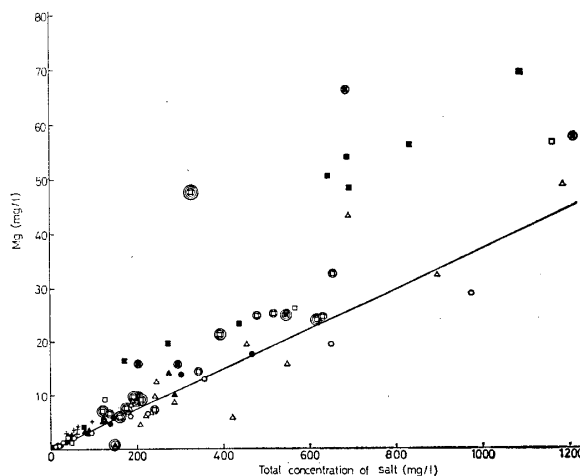
ここでさらに、各成分相互の関係について検討するために、Na-K-Cl, Ca-Mg-Cl,



(a)



(b)



(c)

図 10 湖沼水の Na, K, Mg と総塩分量との関係

(a) Na と総塩分量

(b) K と総塩分量

(c) Mg と総塩分量

○は新南岩, ●は日の出岬, △は東オングル島, ▲は西オングル島, □はラングホブデ, ■はスカルブスネス, +はスカーレン

○, ⊙, ⊗は湖沼水のそれぞれ 1/10, 1/100, 1/1000 の値, 直線は海水の濃度比を示す。

Fig. 10. Plots of Na, K, Mg content vs total concentration of salts in lake waters.

(a) Na—total concentration of salts.

(b) K—total concentration of salts.

(c) Mg—total concentration of salts.

○ Shinnan Rocks, ● Cape Hinode, △ East Ongul Island, ▲ West Ongul Island, □ Langhovde, ■ Skarvsnes, + Skallen

○ : multiplied by 1/10

⊙ : multiplied by 1/100

⊗ : multiplied by 1/1000

The straight line shows the ratio of constituents of sea water.

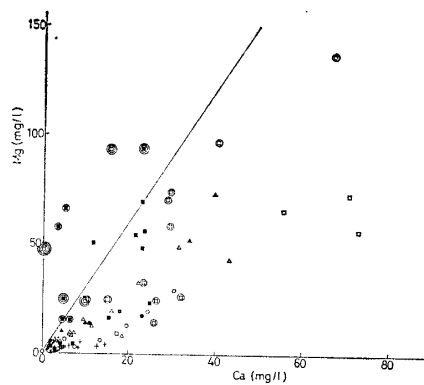


図 11 湖沼水の Ca と Mg の関係
(図中記号説明は図 10 と同じ)

Fig. 11. Relation between Ca and Mg content in lake waters (reference to Fig. 10).

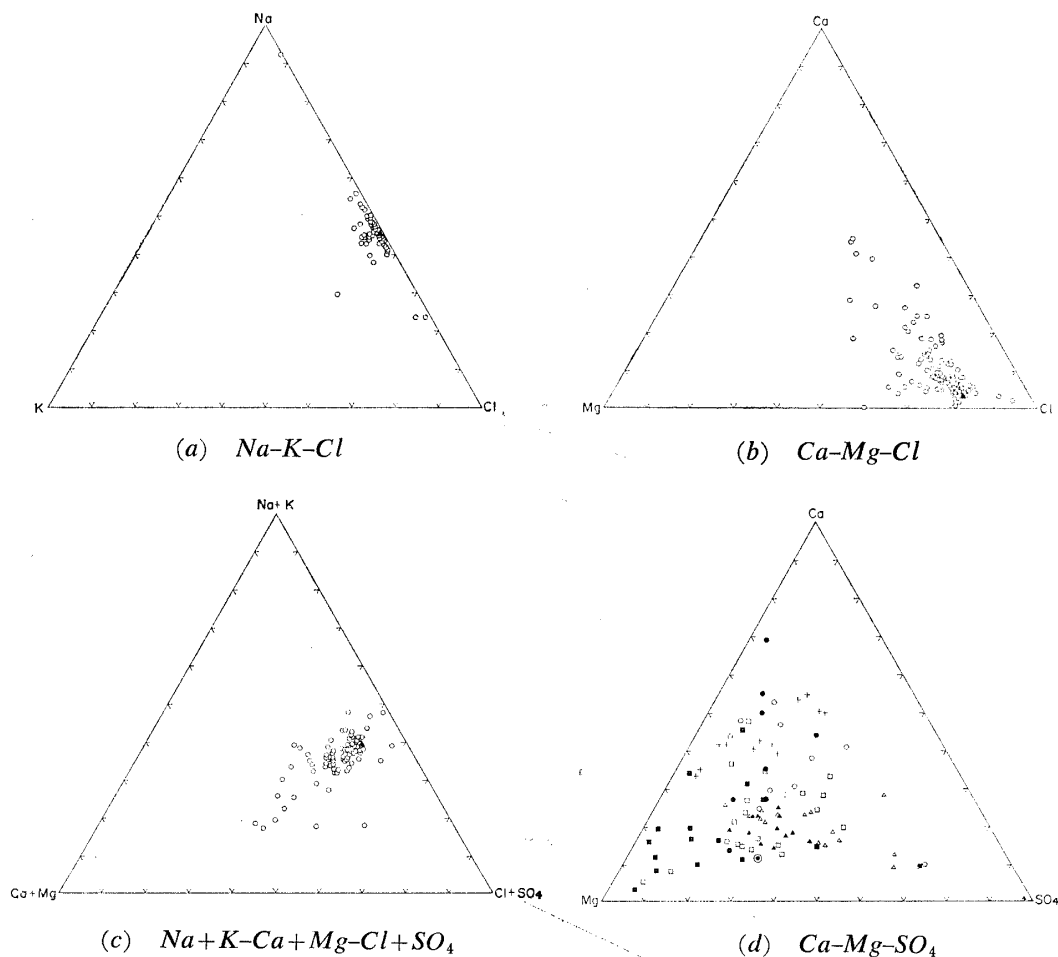


図 12 (a-d) 各成分の三成分割合 (当量比)

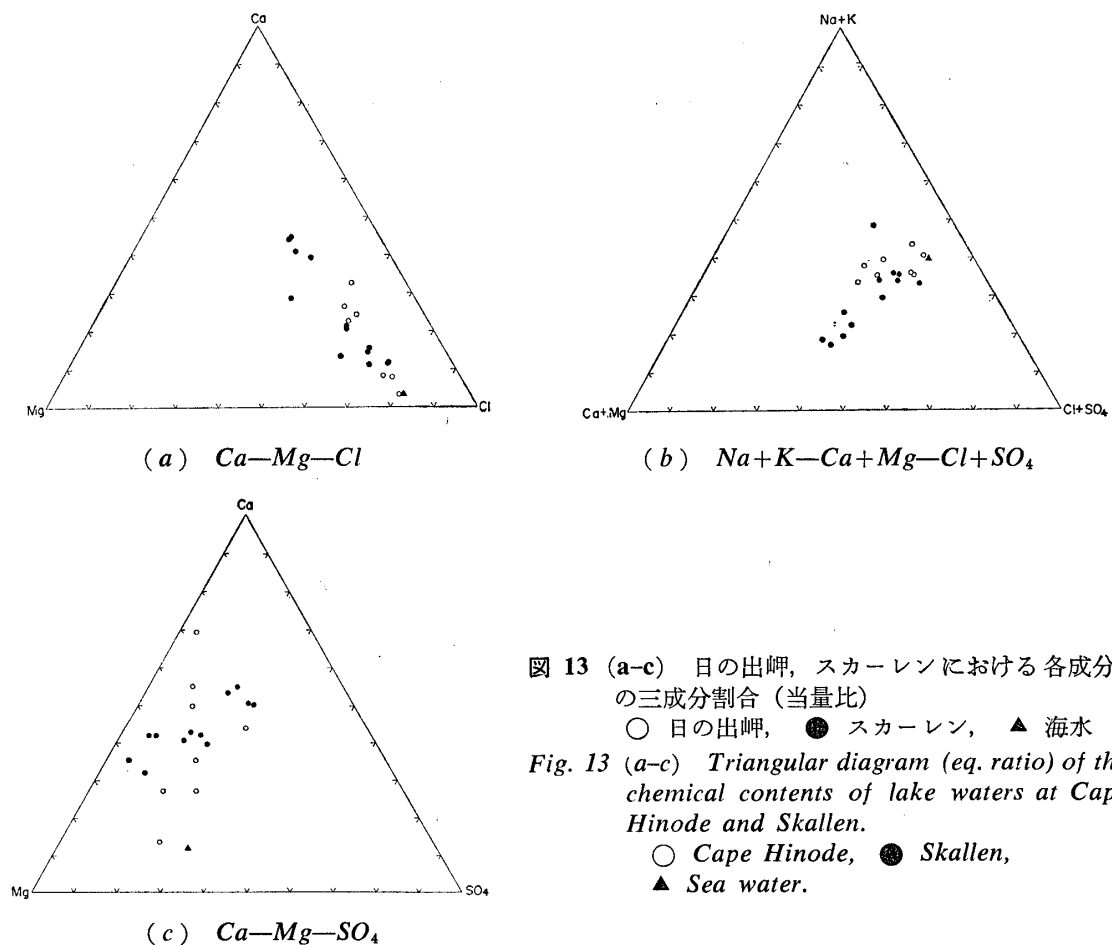
(a), (b), (c) における▲, (d) における◎は海水の成分割合, (d) の○は新南岩, ●は日の出岬, △は東オングル島, ▲は西オングル島, □はラングホブデ, ■はスカルプスネス, +はスカレン

Fig. 12(a-d). Triangular diagram (eq. ratio) of the chemical contents of lake waters.

▲ Sea water in (a), (b), (c), ◎ Sea-water, ○ Shinnan Rocks, ● Cape Hinode, △ East Ongul Island, ▲ West Ongul Island □ Langhovde, ■ Skarvsnes, + Skallen in (d).

$\text{Na} + \text{K} - \text{Ca} + \text{Mg} - \text{Cl} + \text{SO}_4$, $\text{Ca} - \text{Mg} - \text{SO}_4$ の各三成分当量割合をそれぞれ図 12 (a), (b), (c), (d) の三角ダイヤグラムに示した. 図 12 (a) の $\text{Na} - \text{K} - \text{Cl}$ の割合を見ると多くの湖沼は, 海水割合値の近くに集中しており, (b), (c) の $\text{Ca} - \text{Mg} - \text{Cl}$, $\text{Na} + \text{K} - \text{Ca} + \text{Mg} - \text{Cl} + \text{SO}_4$ についても, (a) と同様に海水割合の近くにある程度の集中が見られる. しかし, 日の出岬, スカーレンの湖水には, この海水割合から大きくはずれるものがあり, 特に, 日の出岬においては大陸寄りの湖沼, スカーレンにおいては, 露岩中央部の湖沼にその傾向が著しい. また (d) の $\text{Ca} - \text{Mg} - \text{SO}_4$ については, (a), (b), (c) の結果とは異なり, その成分割合はわずかに地域的な集中が見られるが, 全体の湖沼水の成分割合としては, 広範囲に分散している.

ここでこれら三成分割合図で, 特に海水の割合から, ずれの大きな湖沼がみられた日の出岬, スカーレンの両地域について, $\text{Ca} - \text{Mg} - \text{Cl}$, $\text{Na} + \text{K} - \text{Ca} + \text{Mg} - \text{Cl} + \text{SO}_4$, $\text{Ca} - \text{Mg} - \text{SO}_4$ の三成分割合をそれぞれ図 13 (a), (b), (c) にまとめて示した. これによれば, 両地域



ともはっきりと2つのグループに分けられる。すなわち日の出岬においては、海岸に近い H-1~4 と大陸側の、H-5~8、スカーレンにおいては、露岩周辺部の SL-2~8 と中央部の SL-1, 9~12の2グループに分けられ、両地域とも海に近い湖沼では海水の割合に近いが、海から遠いものはその割合からはずれている。このように同一地域内においても、各湖沼の位置的条件によって、各成分の割合に大きな違いがみられる。

これまでの菅原・鳥居(1959)によるオングル島の湖沼水の研究、ならびに南他(1961)による昭和基地周辺のパドル水についての研究によれば、その含有成分の供給源は、海水から飛沫により運ばれたいわゆる風送塩であると論じられている。今回調査したプリンスオラフ沿岸のすべての湖沼の水質も、総塩分量と各成分との関係や、各成分間の三成分割合の結果から見ると、直接海水が取り込まれたと考えられる舟底池、すりばち池、いちじく池、ざくろ池、ぬるめ池などはもちろん、その他の淡水湖においても、海水にその主要な成分供給源を求めるのが妥当であると考えられる。しかし、NaやClは海水の割合とよい一致が見られるが、図10(b)のK-総塩分量の関係、図11のCa-Mgの関係、図12(d)のCa-Mg-SO₄の三成分割合に示されているように、K, Ca, Mg, SO₄の各成分は、海水割合とはかならずしも一致しないものもあり、しかも地域による違いも認められる。これら海水の割合からはずれる成分については、風送塩説による説明を試み、これに加え塩類析出物の影響も考えてみた。そこで今回は、菅原らがこれまで用いたと同じ方法で、各地域ごとの湖沼水中の成分が風送塩としてはこばれた際、それぞれの湖沼における種々の成分が、海水に対して濃縮された割合を求め、その頻度曲線を図14(a)-(g)に示した。これによれば、Naは全地域を通じて濃縮割合の範囲はせまく、かつそのピーク値はほぼ1に近い。また、ほとんどの地域でKとMgも比較的よい集中がみられる。しかし、Caは東、西オングル島を除いては、濃縮割合の値が分散している。次に、図15に頻度曲線で得られた各成分の最大ピーク値を地域ごとに、プリンスオラフ海岸の北東-南西の順に配列し、同じ成分を結んで示した。これによれば、地域ごとに各成分の濃縮割合が異なっており、成分別にみると、Naは全地域を通じてほぼ1に近い値を示している。Kの濃縮値は新南岩で最も大きく、西オングルに向かって小さくなり、スカーレンで再びやや大きな値を示した。Mgはこれとは逆に、新南岩で最も値が小さく、スカーレンに向かって少しずつ大きくなっている。Caは全地域を通じて他の成分にくらべて大きな値を示しており、特に、新南岩では最大でラングホブデに向かって小さくなり、スカーレンに向かって再び増大する。SO₄はこれとは逆に、新南岩では小さな値であるが、東、西オングル島、ラングホブデでいったん大きくなり、スカ

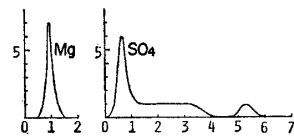
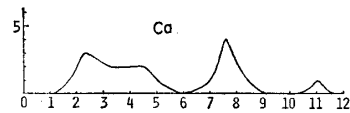
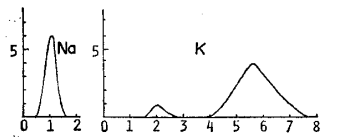
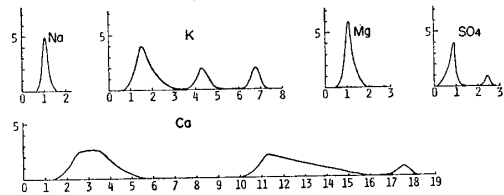
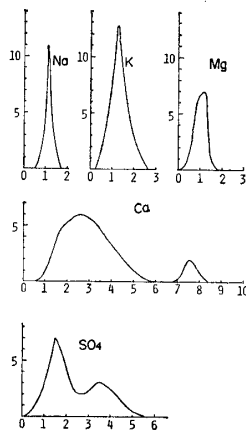
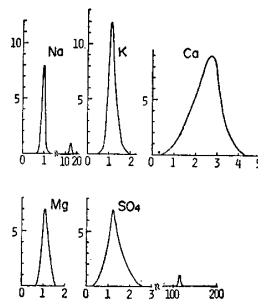
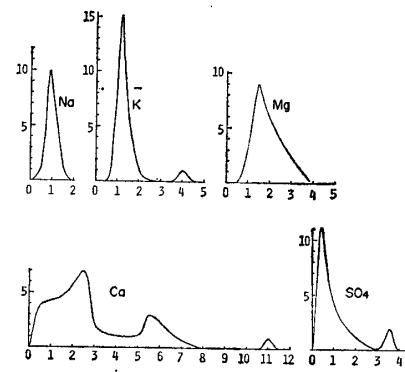
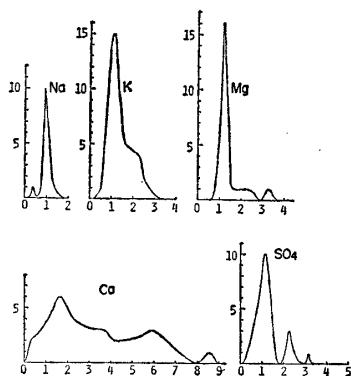
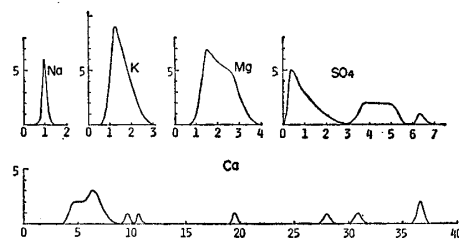
(a) *Shinnan Rocks*(b) *Cape Hinode*(c) *East Ongul Island*(d) *West Ongul Island*(e) *Langhovde*(f) *Skarvsnes*(g) *Skallen*

図 14 (a-g) 各露岩地域における湖沼水の成分の海水に対する濃縮割合の頻度曲線
(縦軸は湖沼の数, 横軸は濃縮割合)

Fig. 14(a-g). Histogram of enrichment ratio in the lake waters compared with sea water.
Ordinate: number of lake, abscissa: enrichment ratio.

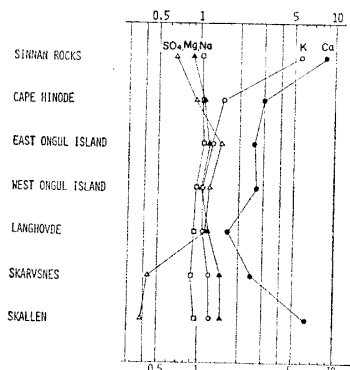


図 15 プリンスオラフ沿岸の各地域における湖沼水の海水に対する濃縮割合

Fig. 15. Enrichment ratio of the lake waters in the Prince Olav Coast compared with sea water.

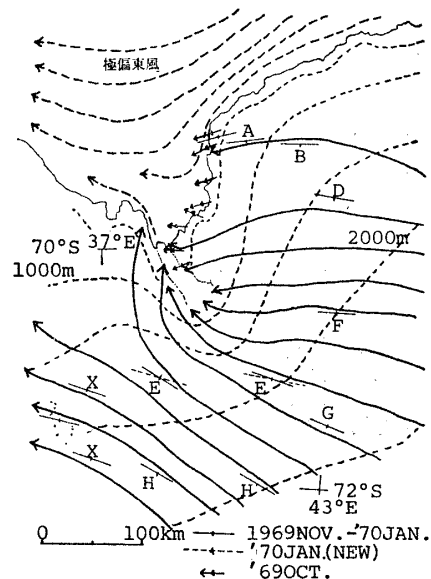


図 16 サスツルギおよび雪面模様の方向と卓越風の流線
(上田, 1971)

Fig. 16. Orientation of sastrugi and pitted patterns, and flow of prevailing winds (after AGETA, 1971).

ルブスネス、スカーレンで再び減少している。これら全地域を通じての風送塩による各成分の濃縮割合の違いは、各露岩地域の位置、地形、気象条件などに大きな関係があるものと思われる。そこで、さきに上田 (1971) によって報告された、これらプリンスオラフ海岸における卓越風とサスツルギ* の方向を図 16 に示したが、これによれば、この地域の卓越風の方法は、一つは海岸沿いに新南岩より日の出岬、オングル島を経てリュツォ・ホルム湾の中程まで入り込み、そこから西に向きを変えているものである。リュツォ・ホルム湾沿岸ではこれに加えて、大陸からの卓越風の影響もうけている。このような卓越風の方法とその影響する範囲と、図 15 に示した各地域での成分濃縮割合の結果を併せ考えると、沿岸沿いの卓越風の風上にあたる新南岩では **K** が濃縮し、一方これとは逆に、沿岸沿いより大陸からの卓越風の影響の方が大きいスカーレンにおいては、**Mg** の濃縮が著しい。**Ca** については、単純にその風向だけで適切な説明ができず、むしろ新南岩、日の出岬、スカーレンのように、**Ca** の濃縮の大きい地域に、calcite, aragonite などの **Ca** 塩が多く分布していることと関連が深いように思われる。このように各湖沼の成分の海水に対する濃縮の割合は、おおむね卓

* 風の強い極地にみられる雪面の風紋で、卓越風の方法に対して直角に長くつらなっている。

越風の方向と関連づけられたが、細部にまでわたって十分な説明がし得たとは云い難い。これは以上の理由のほかに、塩類析出物からの影響や、各露岩地域における地質的、地理的条件などが加わっているものと考えられる。

6. あとがき

これまで述べてきたように、プリンスオラフ沿岸の各露岩地域に存在する湖沼の水質の特徴と、その由来は以下のようなものであらうと考えられる。

- 1) これらの地域には、現在も氷河が落ち込んでいる湖沼、雪融け水等がたまってできた湖沼、海水が直接取り込まれてできた湖沼など、種々の湖沼が存在する。
- 2) これら湖沼の総塩分量は、 $6.7 \text{ mg/l} - 3.26 \times 10^5 \text{ mg/l}$ ときわめて広範囲にわたっており、しかもその中間の濃度のものもほとんど連続的に存在している。
- 3) しかし新南岩、日の出岬、東、西オングル島、スカーレンの各地は、低濃度のものが多く、総塩分量が $1 \times 10^3 \text{ mg/l}$ を越えるものはほとんどなく、またラングホブデ、スカルブスネスには、その値が $1 \times 10^4 \text{ mg/l}$ を越える塩湖が多く存在し、各地域によってそれぞれ成分含有量に特徴が認められる。
- 4) 全地域を通じて濃度の大小にかかわらず、その水質の大部分は海水に由来するものと考えられるが、その偏倚分の多くは、海水から風送塩として運ばれる際の濃縮率の変化によって説明された。
- 5) また、風送塩の影響はこの地域での卓越風の方向と、密接な関係があることも認められた。

本研究を行うにあたり、現地調査に際し種々ご援助、ご協力を賜った楠宏観測隊長、平沢威男越冬隊長をはじめとする第14次南極観測隊員各位、ならびに第13次村山治太隊員、第15次佐野方昂、唐沢栄両隊員に深く感謝申し上げる。また、つとに南極における地球化学的研究の先鞭をつけられ、筆者らが本観測に参加する機会を与えられた鳥居鉄也博士にも心から敬意をはらう次第である。

文 献

- 上田豊 (1971): 東南極みずは高原付近の気象状態について。南極資料, 41, 42-61.
HIRABAYASHI, J. and OSAKA, J. (1976): The X-ray diffraction patterns and their mineral components of evaporites at Prince Olav Coast, Antarctica. JARE Data Rep., 32, 58 p.
兼島清・鳥居鉄也・宮平勝昭 (1968): 昭和基地周辺に産する evaporite ならびに黄色塩類の鉱物組

- 成. 南極資料, **33**, 39-52.
- 楠 宏他編 (1973): 昭和オアシス. 南極, 共立出版, 319-330.
- 南英一・松本利松・小坂丈予 (1961): 南極オングル島付近のバドルの水質. 南極資料, **11**, 121-127.
- 村山治太 (1974): 南極昭和基地付近の湖沼水の硫酸根分布について. 地球化学討論会講演要旨集 1974 年, 学習院大, 169.
- MUROZUMI, M., TORII, T. and FUJIWARA, K. (1971): Sodium, potassium and magnesium concentration in polar snow. JARE Sci. Rep., Spec. Issue, **2**, 113-114.
- 佐野方昂 (1975): 南極ラングホブデ地区ぬるめ池の重金属含有量について. 地球化学討論会講演要旨集 1975 年, 八王子, 76.
- SUGAWARA, K. (1961): Chemistry of ice, snow and other water substances in Antarctica. Nankyoku Shiryo (Antarct. Rec.), **11**, 116-120.
- SUGAWARA, K., OANA, S. and KOYAMA, T. (1949): Separation of the components of atmospheric salt and their distribution. Bull. Chem. Soc. Japan, **22** (2), 47-52.
- 菅原健・鳥居鉄也 (1959): 東オングル島池水の化学組成について. 南極資料, **7**, 53-55.
- 杉村行勇 (1971): スカルプスネスの塩水湖. 極地, **13**, 10-12.
- YAMAGATA, N., TORII, T., MURATA, S. and WATANUKI, K. (1967): Report of the Japanese summer parties in Dry Valleys, Victoria Land, 1963-1965. VII. Chemical composition of pond waters Ross Island with reference to those in Ongul Islands. Nankyoku Shiryo (Antarct. Rec.), **29**, 82-89.
- 吉田栄夫 (1970): 東南極プリンスオラフ海岸の隆起汀線と塩湖. 現代の地理学, 渡辺光教授退官記念会, 古今書院, 93-118.
- 綿抜邦彦 (1963): 第 6 次南極地域観測隊地球化学部門報告. 南極資料, **18**, 45-49.

(1976 年 3 月 26 日受理, 8 月 24 日改訂稿受理)